

No.19/SKRIPSI/S.Tr-JT/2022

SKRIPSI

**EVALUASI STRUKTUR EKSTING PASCA PERKUATAN
LANTAI JEMBATAN PADA JEMBATAN *TYPE PILE SLAB* DI
RUAS JALAN TOL JORR W1 KEBON JERUK JAKARTA
SELATAN**

**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV
Politeknik Negeri Jakarta**

Disusun Oleh :

Fianda Harsa

NIM 1801413006

Pembimbing :

Andi Indianto, Drs., S.T., M.T.

NIP. 196109281987031002

Erlina Yanuarini, S.T., M.T., M.Sc.

NIP. 198901042019032013

**PROGRAM STUDI D-IV PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN
KONSENTRASI JALAN TOL
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2022



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi Berjudul :

**EVALUASI STRUKTUR EKSISTING PASCA PERKUATAN
LANTAI JEMBATAN PADA JEMBATAN *TYPE PILE SLAB* DI
RUAS JALAN TOL JORR W1 KEBON JERUK JAKARTA**

SELATAN disusun oleh **Fianda Harsa (NIM 1801413006)** telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir Tahap 1

Mengetahui

Pembimbing 1

Andi Indianto, Drs., S.T., M.T.

NIP. 196109281987031002

Pembimbing 2

Erlina Yanuarini, S.T., M.T., M.Sc.

NIP. 198901042019032013



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi Berjudul :

EVALUASI STRUKTUR EKSISTING PASCA PERKUATAN LANTAI JEMBATAN PADA JEMBATAN *TYPE PILE SLAB* DI RUAS JALAN TOL JORR W1 KEBON JERUK JAKARTA

SELATAN disusun oleh Fianda Harsa (NIM 1801413006) telah dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir Tahap 1 di depan Tim Penguji pada hari Selasa tanggal 26 Juli 2022.

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Rinawati, S.T., M.T. NIP 197005102005012001	
Anggota	Fauzri Fahimuddin, Ir., M.Sc., Dr.Eng. NIP 195902061989031002	
Anggota	Anis Rosyidah, S.Pd., S.S.T., M.T., Dr. NIP 197303181998022004	



Mengetahui

Dr. Dyah Nurwidyaningrum., S.T., M.M., M.Ars

NIP 1967407061999032001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Fianda Harsa
NIM : 1801413006
Prodi : D4 TPJJ-Konsentrasi Jalan Tol
Alamat email : fianda.harsa.ts18@mhs.w.pnj.ac.id
Judul Naskah : Evaluasi Struktur Eksisting Pasca Perkuatan Lantai Jembatan Pada Jembatan *Type Pile Slab* di Ruas Jalan Tol JORR W1 Kebon Jeruk Jakarta Selatan

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2021/2022 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikuti sertakan dalam segala bentuk kegiatan akademis/perlombaan.

Apabila di kemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Depok, Agustus 2022

Yang menyatakan,

Fianda Harsa



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan bagi mahasiswa Program Sarjana Sains Terapan Jurusan Teknik Sipil Program Studi D-IV Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Konsentrasi Jalan Tol, Politeknik Negeri Jakarta. Adapun judul skripsi ini adalah **“Evaluasi Struktur Eksisting Pasca Perkuatan Lantai Jembatan Pada Jembatan *Type Pile Slab* di Ruas Jalan Tol JORR W1 Kebon Jeruk Jakarta Selatan”**.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Dengan penuh rasa hormat, pada kesempatan ini saya selaku peneliti mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orangtua khususnya Ibu yang selalu memberikan doa, kasih-sayang, saran, dan dorongan semangat yang tiada hentinya sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Kakak Kandung yang turut memberikan doa, saran, dan dorongan semangat sebagaimana keluarga yang memberikan optimisme untuk setiap anggotanya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Andi Indianto, Drs., S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 yang selalu memberikan dorongan dan semangat, sabar dalam memberikan pengarahan, solusi dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Ibu Erlina Yanuarini, S.T., M.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing 2 yang selalu memberikan dorongan dan semangat, sabar dalam memberikan pengarahan, solusi dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Seluruh pihak PT Jakarta Lingkar Barat Satu yang telah memberikan data pendukung untuk penyelesaian skripsi ini.
6. Teman-teman satu bimbingan Struktur dan Material yang dibimbing oleh Bapak Andi Indianto, Drs., S.T., M.T. dan Ibu Erlina Yanuarini, S.T., M.T., M.Sc. yang sudah memberikan saran dan semangat dalam penulisan skripsi ini.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

7. Sahabat-sahabat seperjuangan sekaligus keluarga Konsentrasi Jalan Tol Angkatan 2018 yang telah menemani saat suka dan duka serta menjadi semangat selama periode belajar di Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyadari dengan segala kesadaran dan kerendahan hati bahwa skripsi ini masih belum sempurna dan masih memiliki banyak kekurangan. Oleh sebab itu, penulis ingin menyampaikan dan mengharapkan saran dan kritik yang membangun sehingga skripsi ini dapat memberikan hasil yang lebih baik kedepannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan penulis sendiri.

Depok, Juli 2022

Fianda Harsa





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRAK

Jembatan tipe *pile slab* pada jalan tol JORR W1 Kebon Jeruk mengalami kerusakan berupa retak melintang pada lantai jembatan saat dilakukan pemeriksaan. Untuk mengatasi perihal tersebut dilakukan pelaksanaan perbaikan dengan pemasangan perkuatan menggunakan *Fiber Reinforced Polymer* atau FRP. Namun, pada saat pelaksanaan pemasangan perkuatan FRP, beban lalu lintas kendaraan di atas struktur tetap berjalan karena aktivitas operasional jalan tol yang tidak dapat dihentikan sehingga dikhawatirkan jika pemasangan FRP tidak banyak memberikan perkuatan tambahan pada struktur. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kapasitas struktur lantai jembatan sehingga diketahui perkuatan memberikan tambahan kapasitas struktur atau tidak. Analisis dilakukan dengan tiga tahapan yaitu sebelum perkuatan dengan evaluasi kondisi aktual struktur, rencana perkuatan FRP untuk memberikan hasil besarnya nilai penambahan perkuatan struktur, dan analisis kapasitas lantai jembatan kondisi aktual sebelum dan sesudah perkuatan dari hasil uji lendutan di lapangan. Hasil analisis didapatkan bahwa terjadi kegagalan momen akibat beban aktual yang melintas di atas struktur sehingga dibutuhkan perkuatan dengan hasil peningkatan kapasitas untuk daerah tumpuan sebesar +37,38% dan daerah lapangan sebesar +37,45%, dan kekakuan dari hasil uji lendutan sebesar +58,62%. Berdasarkan hasil tersebut, pelaksanaan pemasangan FRP tetap memberikan penambahan perkuatan walaupun pada saat pelaksanaan pemasangan perkuatan, kondisi beban lalu lintas tetap berjalan di atas struktur.

Kata kunci : Jembatan *Pile Slab*, Lantai Jembatan, Kapasitas Struktur, Kerusakan Retak, Perkuatan FRP

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

The pile slab bridge located at JORR WI Kebon Jeruk toll road suffered damage in the form of transverse cracks on the bridge deck slab during the inspection. To overcome this problem, repairs are carried out by installing reinforcement using Fiber Reinforced Polymer (FRP). However, at the time of the installation of FRP retrofitting, the traffic load of vehicles on the structure continued to run due to the unstoppable operational activities of the toll road, so it is feared that the installation of FRP does not provide much additional strengthening to the structure. This research was conducted to evaluate the capacity of the bridge deck slab structure so that it is known that strengthening provides additional structural capacity or not. The analysis was carried out in three stages, namely before strengthening with the evaluation of the actual condition of the structure, the FRP strengthening plan to provide results on the magnitude of the value of adding structural reinforcement, and the analysis of the capacity of the bridge deck slab of the actual condition before and after retrofitting from the results of the deflection test in the field. The results of the analysis found that there was a moment failure due to the actual load passing over the structure so that strengthening was needed with the results of increasing capacity for the negative moment region by 37,38% and the positive moment region by 37,45%, and stiffness from the deflection test results by 58,62%. Based on these results, the implementation of the FRP installation still provides additional reinforcement even though at the time of the retrofitting installation, the traffic load condition still runs on the structure.

Keywords : *Pile Slab Bridge, Bridge Deck Slab, Structural Capacity, Crack Damage, FRP Retrofitting*

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	16
1.1 Latar Belakang	16
1.2 Identifikasi Masalah	17
1.3 Perumusan Masalah.....	17
1.4 Pembatasan Masalah	18
1.5 Tujuan.....	18
1.6 Sistematika Penulisan.....	19
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	21
2.1 Penelitian Terdahulu.....	21
2.2 Jembatan Beton Tipe <i>Pile Slab</i>	22
2.3 Lendutan Pada Jembatan Beton	23
2.4 Kerusakan Yang Terjadi Pada Jembatan Beton	23
2.5 Jenis Kerusakan Pada Struktur Lantai Jembatan.....	25
2.6 Kapasitas Struktur Beton Jembatan.....	26



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.6.1	Pembebanan Untuk Jembatan	26
2.6.2	Kapasitas Penampang.....	28
2.6.3	Momen Retak Penampang	31
2.7	Penyelidikan Tanah	32
2.7.1	Uji Penetrasi Standar (<i>Standard Penetration Test</i>).....	32
2.7.2	Konstanta Pegas	33
2.8	Perkuatan Pada Struktur	33
2.9	Perkuatan dengan FRP (<i>Fiber Reinforced Polymer</i>).....	35
2.9.1	Persyaratan Metode Perkuatan Dengan FRP	35
2.9.2	Sifat dan Karakteristik Material	37
2.9.3	Perkuatan Lentur FRP	38
2.9.4	Skema Pemasangan FRP.....	42
2.10	Kegagalan Fatik pada Beton Bertulang	43
2.10.1	Hubungan Tegangan dan Siklus Pembebanan	43
2.10.2	Hubungan Lebar Retak dan Siklus Pembebanan	44
BAB III METODOLOGI		46
3.1	Pendahuluan	46
3.2	Alur Penelitian.....	46
3.3	Pengumpulan Data	48
3.4	Metode Analisis Data	49
3.5	Luaran.....	50
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN.....		51
4.1	Data	51
4.1.1	Data Pengukuran dan Pemeriksaan Lantai Jembatan.....	51
4.1.2	Data Material Perkuatan.....	54



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.3	Data Hasil Uji Lentutan.....	55
4.2	Pembahasan.....	55
4.2.1	Analisis Kapasitas Lantai Jembatan Kondisi Aktual	55
4.2.2	Analisis Kapasitas Perkuatan Lantai Jembatan Dengan FRP	65
4.2.3	Analisis Kapasitas Lantai Jembatan Sebelum dan Setelah Perkuatan	71
4.2.4	Evaluasi Hasil Perkuatan FRP pada Lantai Jembatan.....	72
BAB V PENUTUP.....		73
5.1	Kesimpulan.....	73
5.2	Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA.....		75



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Tipikal Struktur Jembatan Pile Slab.....	23
Gambar 2. 2	Retak Struktural Akibat Momen (Kiri) dan Akibat Geser (Kanan)	24
Gambar 2. 3	Pola Retakan Non Struktural Beton.....	25
Gambar 2. 4	Pembebanan Truk “T” (500 kN).....	28
Gambar 2. 5	Regangan dan Tegangan pada Penampang Beton Bertulang	29
Gambar 2. 6	Analisis Balok Bertulangan Rangkap.....	29
Gambar 2. 7	Distribusi Tegangan Dan Regangan Elastis	40
Gambar 2. 8	Regangan dan Tegangan Pada Penampang Balok Tulangan Tunggal	40
Gambar 2. 9	Kekuatan Serat (fiber) Vs Arah Serat.....	42
Gambar 2. 10	Grafik Hubungan S-N pada Benda Uji Beton dengan Pembebanan Berulang, Berdasarkan Van Ornum	44
Gambar 2. 11	Model Perilaku Lebar Retak vs Siklus Beban.....	45
Gambar 3. 1	Peta Lokasi Tinjauan JORR W1 Ruas Kebon Jeruk – Penjaringan	46
Gambar 3. 2	Diagram Alir.....	47
Gambar 4. 1	Denah Lokasi P84-85 Jembatan Jalan Tol JORR W1 Kebon Jeruk.....	52
Gambar 4. 2	Potongan Memanjang P84-85 Jembatan Jalan Tol JORR W1 Kebon Jeruk	52
Gambar 4. 3	Tipikal Penulangan Pelat Lantai Jembatan Jalan Tol JORR W1 Kebon Jeruk	52
Gambar 4. 4	Potongan Melintang Kolom 1, P84-85 STA 5+939,121	53
Gambar 4. 5	Potongan Melintang Kolom 2, P84 – 85 STA 5+934,113.....	53
Gambar 4. 6	Gambar Kondisi Kerusakan Pada Pelat Lantai Jembatan Hasil Pemeriksaan Kolom 1-2, P84-85S	53
Gambar 4. 7	Gambar Pemeriksaan dan Pengukuran Retak pada Pelat Lantai Jembatan Kolom 1-2, P84-85S	53
Gambar 4. 8	Data Tanah STA 5+389,325 s.d. STA 7+144,131, Paket 3.....	54
Gambar 4. 9	Pembebanan Truk "T" (500 kN).....	56

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 10	Lebar Tinjauan Pelat Lantai Jembatan dari Arah Depan Kendaraan	56
Gambar 4. 11	Pemodelan Struktur dan Dimensi Penampang Pelat Lantai Jembatan pada SAP2000	58
Gambar 4. 12	Material Property Beton $f_c' 32,6$ MPa (Kiri) dan Tulangan BJTD-40 (Kanan).....	59
Gambar 4. 13	Frame Section Lantai Jembatan.....	59
Gambar 4. 14	Modifikasi Pengurangan Frame Property.....	60
Gambar 4. 15	Define Load Pattern.....	60
Gambar 4. 16	Load Combination	61
Gambar 4. 17	Input Beban Mati Lapisan Aus	61
Gambar 4. 18	Input Beban Truk "T" Standar	61
Gambar 4. 19	Input Beban Truk "T" Aktual	62
Gambar 4. 20	Momen yang Terjadi pada Pelat Lantai Jembatan P84-85S.....	62
Gambar 4. 21	Momen yang Terjadi pada Pelat Lantai Jembatan Beban Standar Kolom 1-2, P84-85S.....	62
Gambar 4. 22	Momen yang Terjadi pada Pelat Lantai Jembatan Beban Aktual Kolom 1-2, P84-85S.....	63
Gambar 4. 23	Momen Akibat Beban Mati pada Pelat Lantai Jembatan pada Kolom 1-2, P84-85S	66
Gambar 4. 24	Lokasi M_{cr} dari perletakan	70
Gambar 4. 25	Perkuatan FRP pada Lantai Jembatan	71



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kerusakan Tipikal pada Lantai Jembatan	26
Tabel 2. 2 Berat Isi Untuk Beban Mati.....	26
Tabel 2. 3 Faktor Beban Untuk Berat Sendiri	27
Tabel 2. 4 Faktor Beban Untuk Berat Mati Tambahan	27
Tabel 2. 5 Faktor Beban Untuk Beban "T"	28
Tabel 2. 6 Momen Inersia Penampang Balok Bruto dan Retak	31
Tabel 2. 7 Hubungan Nilai N-SPT dan Tingkat Kepadatan Tanah.....	32
Tabel 2. 8 Tabel Perbandingan Perkuatan Steel Plate Bonding dan Lembar FRP	34
Tabel 2. 9 Sifat-Sifat Material Bahan Fiber dan Epoxy	36
Tabel 2. 10 Tipikal Massa Jenis dari Material FRP, satuan lb/ft ³ (g/cm ³).....	37
Tabel 2. 11 Faktor Reduksi Akibat Lingkungan Untuk Sistem FRP	38
Tabel 4. 1 Hasil Uji Lendutan Sebelum dan Sesudah Perkuatan FRP pada Pelat Lantai Jembatan Kolom 1-2, P84-85S	55
Tabel 4. 2 Tabel Hasil Perhitungan Konstanta Pegas.....	58
Tabel 4. 3 Hasil Analisis Kapasitas Struktur Lantai Jembatan Kondisi Aktual.....	65
Tabel 4. 4 Evaluasi Hasil Perkuatan FRP pada Lantai Jembatan.....	72



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	LEMBAR ANALISIS PERHITUNGAN
LAMPIRAN 2	HASIL ANALISIS KELAYAKAN DAN KELAYANAN LANTAI JEMBATAN JALAN TOL JORR W1 KEBON JERUK PAKET 3 P85-84S
LAMPIRAN 3	SPESIFIKASI DAN HASIL UJI PRODUK ESTOWARP
LAMPIRAN 4	GAMBAR TEKNIK JALAN TOL JORR W1 KEBON JERUK JAKARTA SELATAN

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jembatan tipe *pile slab* yang berlokasi pada jalan tol JORR W1 Kebon Jeruk dilakukan pemeriksaan kondisi aktual struktur jembatan pada jalan tol tersebut. Hasil dari pemeriksaan tersebut didapatkan bahwa jembatan jalan tol JORR W1 Kebon Jeruk mengalami kerusakan berupa retak melintang atau *transverse cracking* pada lantai jembatan dan struktur *pier head*-nya. Kerusakan berupa retak ini dapat terjadi akibat struktur mengalami kegagalan momen sehingga menyebabkan keretakan (Indianto & Setiyadi, 2018).

Struktur yang telah mengalami kerusakan akan berdampak pada kekuatan (*strength*), kenyamanan (*serviceability*), keselamatan (*safety*), dan umur rencana bangunan (*durability*) yang tidak terlaksana dengan baik (Agustinus & Lesmana, 2019).

Pelat lantai jembatan sendiri merupakan elemen struktur jembatan yang berkontak dan berperan langsung menerima beban dari lalu lintas kendaraan. Jika pada pelat mengalami kerusakan maka pendistribusian beban tidak maksimal dan kelayakan jembatan tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Dengan diketahuinya kerusakan struktur berupa retak, maka seiring dengan beban lalu lintas yang bekerja di atas struktur dikhawatirkan retak tersebut akan semakin terbuka dan melebar (KemenPUPR 2018). Akibatnya diperlukan penanganan segera dan ditangani untuk menghindari adanya kegagalan struktur pada jembatan.

Untuk menangani kerusakan retak pada struktur lantai jembatan dan menghindari adanya kerusakan yang semakin meluas pada jembatan jalan tol JORR W1 Kebon Jeruk, maka struktur jembatan tersebut dilakukan pelaksanaan perbaikan dengan pemasangan perkuatan menggunakan FRP atau *Fiber Reinforced Polymer* (selanjutnya disebut FRP).

Berdasarkan ACI 440.2R-17 (2017) prosedur pelaksanaan pemasangan FRP dan bagian dari beton bertulang, disampaikan bahwa syarat pelaksanaan pada saat instalasi perkuatan FRP hanya beban mati saja yang bekerja. Namun, karena operasional jalan tol harus tetap berjalan, maka untuk prosedur pemasangan perkuatan FRP dilakukan ketika



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

jembatan tetap dalam keadaan layan dan lalu lintas tetap bekerja di atas struktur jembatan. Dengan adanya kondisi tersebut dan prosedur pelaksanaan yang tidak sesuai dengan syarat pelaksanaan dikhawatirkan jika pemasangan FRP tidak banyak memberikan perkuatan tambahan pada struktur jembatan jalan tol JORR W1 pada bagian lantai jembatan setelah perkuatan dan hal tersebut akan menyebabkan kegagalan struktur akibat retak-retak yang terjadi.

Dari permasalahan mengenai prosedur pelaksanaan pemasangan FRP disaat lalu lintas kendaraan sedang beroperasi maka peneliti akan mengevaluasi perihal masalah tersebut yang dituang pada judul skripsi berjudul, **“Evaluasi Struktur Eksisting Pasca Perkuatan Lantai Jembatan Pada Jembatan *Type Pile Slab* di Ruas Jalan Tol JORR W1 Kebon Jeruk Jakarta Selatan”**.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, terdapat kekhawatiran mengenai pemasangan FRP yang tidak sesuai dengan prosedur persyaratan pemasangan perkuatan FRP karena beban di atas struktur masih bekerja karena operasional jalan tol yang tidak boleh berhenti. Karena jika FRP yang dilakukan pemeriksaan dan kemudian dievaluasi tidak menambahkan kekuatan maka akan berakibat fatal dan bahaya bagi struktur dalam fungsinya untuk menerima beban lalu lintas. Mengenai hal tersebut maka perlu dilakukan evaluasi terhadap kapasitas perkuatan FRP apakah menambah perkuatan atau tidak terlebih pelaksanaan pemasangan dilakukan tanpa menghentikan operasional lalu lintas yang berlangsung di atasnya.

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan dan latar belakang yang sudah dijelaskan, maka berikut merupakan rumusan masalah dalam penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut :

1. Bagaimana kapasitas pada lantai jembatan pada kondisi aktual yang mengalami kerusakan retak sebelum diperkuat dengan FRP.
2. Bagaimana kapasitas rencana perkuatan FRP pada lantai jembatan.
3. Bagaimana kapasitas pada lantai jembatan setelah pemasangan FRP berdasarkan hasil uji lendutan pelat lantai jembatan yang saat pelaksanaan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

pemasangannya dilakukan tanpa menghentikan beban lalu lintas kendaraan di atasnya.

4. Bagaimana hasil evaluasi perkuatan FRP pada lantai jembatan sebelum dengan sesudah menggunakan FRP.

1.4 Pembatasan Masalah

Dalam melakukan evaluasi kapasitas perkuatan FRP lantai jembatan pada jembatan tol tipe *pile slab* maka dilakukan pembatasan masalah untuk menghindari adanya perluasan pembahasan dengan Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Objek penelitian dalam skripsi ini adalah Jembatan Tipe *Pile Slab* pelat lantai jembatan kolom 1 – 2, P84-85S yang berlokasi pada jalan tol JORR W1 Kebon Jeruk STA 5+939,121 s.d. STA 5+934,113.
2. Data lendutan yang digunakan hanya lendutan pada pelat lantai jembatan. Didapatkan dari pihak PT Jakarta Lingkar Barat Satu.
3. Perkuatan yang digunakan adalah FRP tipe *Carbon*.
4. Pemasangan FRP pada pelat lantai jembatan dikerjakan oleh PT Jakarta Lingkar Barat Satu.
5. Tidak mengevaluasi kapasitas struktur bawah *Pier Head* dan Tiang Pancang.
6. Hanya menganalisis kapasitas lentur struktur lantai jembatan kondisi aktual sebelum dan sesudah perkuatan FRP.
7. Asumsi perkuatan menempel dengan sempurna sampai umur rencana.

1.5 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai berdasarkan perumusan masalah dari pelaksanaan Proposal Skripsi ini adalah:

1. Menganalisis kapasitas pada lantai jembatan pada kondisi aktual yang mengalami kerusakan retak sebelum diperkuat dengan FRP.
2. Menganalisis kapasitas rencana perkuatan FRP pada lantai jembatan.
3. Menganalisis kapasitas pada lantai jembatan setelah pemasangan FRP berdasarkan hasil uji lendutan pelat lantai jembatan yang saat pelaksanaan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

pemasangannya dilakukan dilakukan tanpa menghentikan beban lalu lintas kendaraan di atasnya.

4. Mengevaluasi hasil perkuatan FRP pada lantai jembatan sebelum dengan sesudah menggunakan FRP.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyajian Proposal Skripsi ini berikut terdapat beberapa bagian BAB dengan tujuan untuk mempermudah pencarian informasi yang dibutuhkan dan memberikan ringkasan singkat terhadap pembahasan BAB yang akan disampaikan. Pembagian BAB tersebut adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN, pada bab ini menjelaskan informasi umum yang berisi tentang Latar Belakang, Identifikasi Masalah, Perumusan Masalah, Pembatasan Masalah, Tujuan, dan Sistematika Penulisan dari penyampaian terhadap evaluasi kapasitas perkuatan lantai jembatan pada struktur jembatan tipe *pile slab*

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, pada bab ini berisikan dan memuat teori-teori yang diambil dari beberapa kutipan sumber pustaka seperti buku, jurnal, tugas akhir, skripsi, dan internet yang menjadi dasar pengetahuan yang digunakan dalam menyusun Proposal Skripsi yang berupa pengertian dan definisi masing-masing sub bab yang akan disampaikan. Bab ini akan menguraikan mengenai penjelasan dasar teori yang berhubungan dengan jembatan tipe *pile slab*, lendutan pada jembatan, kerusakan pada jembatan, dan perkuatan struktur dengan menggunakan FRP sebagai acuan menganalisis data.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN, pada bab ini berisikan mengenai gambaran metode pembahasan secara sistematis dengan penyampaian berupa tahapan penelitian sedari awal hingga mencapai hasil dan kesimpulan penelitian berikut dengan penyajian alur penelitian untuk dapat disampaikan lebih komprehensif dan terstruktur.

BAB IV DATA PENELITIAN, pada bab ini berisikan data primer yang didapatkan dari hasil survey pengujian lendutan di lapangan dan data sekunder dari hasil pengujian sebelumnya untuk dianalisis pada bab selanjutnya.

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN, pada bab ini akan menjelaskan proses analisis dan pengelolaan data yang didapat dari hasil pengujian lendutan di



lapangan sebagai data primer dan hasil pengujian sebelum sebagai data sekunder sebagaimana yang disampaikan pada data penelitian untuk kemudian dievaluasi kapasitas perkuatan FRP ketika beban lalu lintas di atasnya bekerja.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN, pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan analisa dan hasil akhir dari penyusunan Skripsi yang telah disusun dan telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya untuk penelitian selanjutnya.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pada bab-bab sebelumnya, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Dari hasil analisis kapasitas lantai jembatan kondisi aktual dengan pembebanan standar dan aktual didapatkan bahwa berdasarkan hasil analisis pembebanan standar, kapasitas penampang dapat dinyatakan **AMAN** terhadap beban lalu lintas standar namun dari hasil analisis pembebanan aktual didapatkan hasil bahwa terjadi penurunan kapasitas penampang atau kondisi **TIDAK AMAN** akibat beban lalu lintas aktual di lapangan sehingga dibutuhkan perkuatan pada struktur lantai jembatan menggunakan perkuatan FRP.
2. Dengan hasil analisis rencana perkuatan FRP, diketahui bahwa perkuatan memberikan peningkatan kapasitas pada struktur lantai jembatan sebesar, untuk daerah tumpuan dan lapangan berturut-turut adalah **37,38%** dan **37,45%**.
3. Untuk hasil analisis nilai lendutan hasil pengujian lendutan aktual di lapangan sebelum dan sesudah perkuatan diketahui bahwa terjadi penurunan nilai lendutan atau peningkatan nilai kekakuan dengan beban aktual yang sama sebesar **58,62%**.
4. Dengan hasil analisis yang didapatkan memberikan pengaruh positif terhadap kapasitas penampang dan/atau memberikan peningkatan pada struktur lantai jembatan dengan rencana perkuatan dan dari hasil pengujian lendutan pasca perkuatan, sehingga permasalahan terkait pelaksanaan pemasangan FRP pada saat beban lalu lintas tetap bekerja di atas struktur tetap memberikan perkuatan.

5.2 Saran

Dari hasil analisis dan kesimpulan yang telah dilakukan dapat diambil beberapa saran untuk kemajuan bidang ilmu pengetahuan dan industri, diantaranya :

1. Untuk memberikan nilai peningkatan kapasitas yang maksimal maka ketika saat pelaksanaan pemasangan perkuatan FRP, lalu lintas kendaraan yang bekerja di atas



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

struktur dihentikan sesuai dengan prosedur pemasangan pada NSPM 022/BM/2011.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, K., SMD, A., & . T. (2015). Metode Eksperimental Perkuatan Kolom Beton Bertulang Menggunakan FRP. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 12(2), 149–157. <https://doi.org/10.22219/jmts.v12i2.2286>
- Agustinus, S., & Lesmana, C. (2019). Perbandingan Analisis Perkuatan Struktur Pelat dengan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(1), 1–25. <https://doi.org/10.28932/jts.v15i1.1852>
- Ahsan, R. (1987). Fatigue in Concrete Structures Fatigue in Concrete Structures. *Fatigue of Steel and Concrete Structures*, 1965. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Fatigue+in+Concrete+Structures#0%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Fatigue+in+concrete+structures%230>
- American Concrete Institute. (2011). *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-11) and Commentary*. American Concrete Institute.
- American Concrete Institute. (2017). *440.2R-17: Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures*. American Concrete Institute. <https://doi.org/10.14359/51700867>
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *RSNI T-12-2004: Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan* (pp. 1–140). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 4153:2008 Cara uji penetrasi lapangan dengan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan* (pp. 1–67). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Basuki, A. (2005). Sistem Penguatan Struktur Beton Menggunakan Serat Polimer (Fiber-Reinforced Polymer). *Berita Teknologi Bahan Dan Barang Teknik*, 19.
- Bowles, J. E. (2005). Analisis Dan Desain Pondasi II. *Erlangga, Jakarta*, 2, 474.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dipohusodo, I. (1993). *Struktur Beton Betulang*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Direktorat Jenderal Bina Marga. (2011). *Perbaikan dan Perkuatan Struktur Beton Pada Jembatan (Vol. NSPM 022/BM/2011)*. Direktorat Jenderal Bina Marga.

Djojoatmodjo, A. S. M. (2009). PREDIKSI MASA GUNA ELEMEN STRUKTUR BETON AKIBAT PEMBEBANAN BERULANG. *Dinamika TEKNIK SIPIL*, 09(01), 38–47. <http://hdl.handle.net/11617/228>

Djojoatmodjo, A. S. M., Raka, I. G. P., & Suprobo, P. (2010). Pengaruh Beban Berulang terhadap Lebar Retak Pelat Beton Satu Arah dengan Pendekatan Mekanika Retakan. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(1), 19. <https://doi.org/10.5614/jts.2004.11.1.3>

Indianto, A., & Setiyadi, S. (2018). Pengaruh Panjang Dan Kesejajaran Antara Lantai Injak Dengan Lantai Jembatan Di Awal Bentang Terhadap Tingkat Kerusakan Lantai Jembatan. *Jurnal Poli-Teknologi*, 17(1), 43–50. <https://doi.org/10.32722/pt.v17i1.1097>

Johns, K. C., & Belanger, M. D. (1981). Dynamic Stiffness of Concrete Beams. *ACI Journal Proceedings*, 78(3). <https://doi.org/10.14359/6918>

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). *Modul 6 Pemeriksaan Detail Jembatan*. Bandung: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2015). *Modul 5 - Perkuatan Jembatan*. 81.

Moore, H. F., & Koomers, J. B. (1931). *The Fatigue of Metals*. New York, 1367, 3225–3237.

Munir, M., & Yakin, Y. A. (2018). Evaluasi Deformasi dan Stabilitas Struktur Tiang Pelat (Pile Slab) di Atas Tanah Gambut (Studi Kasus: Ruas Jalan Tol Pematang Panggang - Kayu Agung, Provinsi Sumatera Selatan) (Hal. 105-116). *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 4(3), 105. <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v4i3.105>

PT Jakarta Lingkar Barat Satu. (2013). *Analisa Kelayakan dan Kelayakan Lantai Jembatan Jalan Tol JORRW1 Paket 3 P84-85 S Kebon Jeruk*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Purnomo, H., & Ayu, D. S. (2019). *Analisis Struktur Perkuatan Jembatan Beton Menggunakan Steel Plate Bonding dan Fiber Reinforced Polymer (FRP) Untuk Mendukung Efisiensi Biaya Pekerjaan*. Universitas Gadjah Mada.
- Setiawan, W. (2017). Pengaruh Bukaannya (Opening) Terhadap Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 15(1), 42. <https://doi.org/10.22219/jmts.v15i1.4491>
- Silitonga, L. (2021). *Analisis dan Eksperimen Perkuatan Pelat Lantai dengan Menggunakan FRP*. Universitas Sumatera Utara.
- Terzaghi, K., & Peck, R. B. (1987). *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Penerbit Erlangga, 2, 1–373.
- Vemmy, Y. (2017). *Perkuatan Gedung Dengan Menggunakan Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) Studi Kasus Menggunakan Layout Gedung Laboratorium C-Dast dan Ruang Kuliah Bersama Universitas Jember*. <http://repository.its.ac.id/2754/>
- Wahyono, I. (2017). *Analisis Perbandingan Pemakaian Struktur pada Tanah Lunak Antara Piled Slab dan Cakar Ayam Modifikasi dari Segi Biaya dan Waktu Kasus: Relokasi Jalan Tol Surabaya – Gempol Paket 1 Sta. 36+900 – 37+000*. Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- Yakin, Y. A., Pratiwi, D. S., & Bilaldy, B. F. (2020). Analisis Konstanta Pegas pada Fondasi Tiang (Studi Kasus: Gedung Type B DPRD Surabaya). *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 6(1), 42. <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v6i1.42>
- Zulfariza. (2009). *Analisa Pelat Beton Bertulang yang Diperkuat dengan Fiber Reinforcement Polymer (FRP) (Studi Literatur)*.